

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下側引き出し導電層と、下側引き出し導電層の表面から立ち上がる導電端子片と、導電端子片の壁面に接しつつ下側引き出し導電層の表面に広がる絶縁膜と、少なくとも導電端子片の頂上面に横たわる電磁変換膜と、電磁変換膜の頂上面に接触する上側引き出し導電層とを備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項2】 請求項1に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記電磁変換膜は前記導電端子片の第1幅よりも大きな第2幅で規定されることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項3】 請求項2に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記電磁変換膜は、前記導電端子片の頂上面および絶縁膜の表面で規定される1平坦化面上に形成されることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項4】 請求項3に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記電磁変換膜はスピンバルブ膜およびトンネル接合膜のいずれか一方であることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項5】 請求項4に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記下側引き出し導電層は前記電磁変換膜の磁性ジールド層として機能することを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項6】 請求項5に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記上側引き出し導電層には、前記第2幅よりも小さな第3幅で前記電磁変換膜に接触する端子瘤が一体に形成されることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項7】 引き出し導電層の表面に導電小片を形成する工程と、引き出し導電層の表面に絶縁膜を形成し、絶縁膜で導電小片を覆う工程と、絶縁膜に平坦化処理を施し、絶縁膜上の平坦化面で導電小片の頂上面を露出させる工程と、少なくとも導電小片の頂上面に横たわる電磁変換膜を平坦化面上で形成する工程とを備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子の製造方法。

【請求項8】 請求項7に記載のC P P構造電磁変換素子の製造方法において、前記導電小片の形成に先立って、基礎層の表面で規定の形状パターンに従って前記引き出し導電層を形成する工程と、基礎層の表面に基礎絶縁膜を形成し、基礎絶縁膜で引き出し導電層を覆う工程と、基礎絶縁膜に平坦化処理を施し、基礎絶縁膜上の平坦化面で引き出し導電層の表面を露出させる工程とをさらに備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子の製造方法。

【請求項9】 請求項8に記載のC P P構造電磁変換素子の製造方法において、前記電磁変換膜を覆う被覆絶縁膜を形成する工程と、被覆絶縁膜を貫通し前記電磁変換膜の表面に達するコンタクト孔を形成する工程と、形成されたコンタクト孔に導電材料を充填する工程とを備え

ることを特徴とするC P P構造電磁変換素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばスピンバルブ膜やトンネル接合膜といった電磁変換膜と、この電磁変換膜に直交する垂直方向から電磁変換膜を挟み込む上側および下側引き出し導電層とを備えるC P P (Current Perpendicular-to-the-Plane) 構造電磁変換素子に関する。

【0002】

【従来の技術】スピンバルブ膜やトンネル接合膜といった磁気抵抗効果膜では自由側強磁性層の単磁区化が実現されることが望まれる。こういった自由側強磁性層の単磁区化はバルクハウゼンノイズの低減に大いに寄与すると考えられる。単磁区化の実現にあたって、スピンバルブ膜やトンネル接合膜は1対の磁区制御ハード膜に挟み込まれる。このような磁気抵抗効果膜や磁区制御ハード膜は平坦化面上で形成される。例えばC P P構造電磁変換素子では、こういった平坦化面は下側引き出し導電層の表面で規定される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前述のように磁気抵抗効果膜および磁区制御ハード膜が下側引き出し導電層上で形成される場合には、磁気抵抗効果膜は底面全体で下側引き出し導電層に接触する。すなわち、磁気抵抗効果膜の大きさに応じて必然的にセンス電流の通り道は決定されてしまう。センス電流の通り道を狭めるにあたって、磁気抵抗効果膜はさらに縮小されていかなければならない。センス電流の通り道が狭められることができれば、磁気情報の読み出しにあたって電磁変換素子の感度は高められることができる。

【0004】本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、電磁変換膜の縮小化に頼ることなく、電磁変換膜に供給される電流の通り道をさらに狭めることができるC P P構造電磁変換素子を提供することを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、下側引き出し導電層と、下側引き出し導電層の表面から立ち上がる導電端子片と、導電端子片の壁面に接しつつ下側引き出し導電層の表面に広がる絶縁膜と、少なくとも導電端子片の頂上面に横たわる電磁変換膜と、電磁変換膜の頂上面に接触する上側引き出し導電層とを備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子が提供される。

【0006】こういったC P P構造電磁変換素子では、導電端子片と電磁変換膜との接触面で電流の通り道は規定されることができる。電流の通り道は、電磁変換膜に接触する導電端子片の頂上面の広がりに基づき決定され

ることができる。すなわち、こういったCPP構造電磁変換素子では、電磁変換膜の縮小化に依存せずに電磁変換膜に対する電流の通り道は狭められることができる。

【0007】こういったCPP構造電磁変換素子で電流の通り道が狭められる場合には、電磁変換膜は、導電端子片の第1幅よりも大きな第2幅で規定されればよい。こうして導電端子片の第1幅が狭められれば、電磁変換膜の第2幅の大きさに拘わらず電磁変換膜と導電端子片との間には第1幅の大きさに応じた電流の通り道が確立されることができる。第1幅の縮小に応じて電流の通り道は確実に狭められることができる。

【0008】こういったCPP構造電磁変換素子では、電磁変換膜と、導電端子片の頂上面および絶縁膜の表面との間に1平坦化面上が規定されてもよい。こういった平坦化面上で電磁変換膜が形成されれば、電磁変換膜の寸法精度や形状精度は高められることができる。電磁変換膜はスピンバルブ膜でもよくトンネル接合膜でもよい。電磁変換膜にはその他の磁気抵抗効果膜が用いられてもよい。

【0009】前述の下側引き出し導電層は例えば磁性体から構成されてもよい。こうして下側引き出し導電層が導電性だけでなく磁性を示せば、下側引き出し導電層は電磁変換膜の磁性シールド層として機能することができる。したがって、いわゆる読み取りギャップの短縮化に大いに寄与することができる。こういった読み取りギャップの短縮化によれば、記録トラックの線方向に磁気記録の分解能は高められることができる。

【0010】前述の上側引き出し導電層には、電磁変換膜の第2幅よりも小さな第3幅で電磁変換膜に接触する端子瘤が一体に形成されてもよい。こうして上側引き出し導電層と電磁変換膜との間で接触面の広がり方が狭められれば、電磁変換膜の第2幅の大きさに拘わらず電磁変換膜と上側引き出し導電層との間には第3幅の大きさに応じた電流の通り道が確立されることができる。第3幅の縮小に応じて電流の通り道は確実に狭められることができる。

【0011】以上のようなCPP構造電磁変換素子の製造方法は、例えば、引き出し導電層の表面に導電小片を形成する工程と、引き出し導電層の表面に絶縁膜を形成し、絶縁膜で導電小片を覆う工程と、絶縁膜に平坦化処理を施し、絶縁膜上の平坦化面で導電小片の頂上面を露出させる工程と、少なくとも導電小片の頂上面に横たわる電磁変換膜を平坦化面上で形成する工程とを備えればよい。特に、こういった製造方法では平坦化面上で電磁変換膜が形成されることから、電磁変換膜の寸法精度や形状精度は高められることができる。ここで、導電小片は前述の導電端子片に該当する。

【0012】さらに、CPP構造電磁変換素子の製造方法は、導電小片の形成に先立って、基礎層の表面で規定の形状パターンに従って前記引き出し導電層を形成する

工程と、基礎層の表面に基礎絶縁膜を形成し、基礎絶縁膜で引き出し導電層を覆う工程と、基礎絶縁膜に平坦化処理を施し、基礎絶縁膜上の平坦化面で引き出し導電層の表面を露出させる工程とを備えてもよい。特に、こういった製造方法では平坦化面上で導電小片が形成されることから、確実に高い精度で導電小片は形作られることができる。

【0013】さらに、CPP構造電磁変換素子の製造方法は、電磁変換膜を覆う被覆絶縁膜を形成する工程と、被覆絶縁膜を貫通し電磁変換膜の表面に達するコンタクト孔を形成する工程と、形成されたコンタクト孔に導電材料を充填する工程とを備えてもよい。こうした一連の工程によれば、上側引き出し導電層に前述の端子瘤が比較的簡単に形成されることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【0015】図1は磁気記録媒体駆動装置の一具体例すなわちハードディスク駆動装置(HDD)11の内部構造を概略的に示す。このHDD11は、例えば平たい直方体の内部空間を区画する箱形の筐体本体12を備える。収容空間には、記録媒体としての1枚以上の磁気ディスク13が収容される。磁気ディスク13はスピンドルモータ14の回転軸に装着される。スピンドルモータ14は、例えば7200rpmや10000rpmといった高速度で磁気ディスク13を回転させることができる。筐体本体12には、筐体本体12との間で収容空間を密閉する蓋体すなわちカバー(図示せず)が結合される。

【0016】収容空間には、垂直方向に延びる支軸15回りで揺動するキャリッジ16がさらに収容される。このキャリッジ16は、支軸15から水平方向に延びる剛体の揺動アーム17と、この揺動アーム17の先端に取り付けられて揺動アーム17から前方に延びる弾性サスペンション18とを備える。周知の通り、弾性サスペンション18の先端では、いわゆるジンバルばね(図示せず)の働きで浮上ヘッドスライダ19は片持ち支持される。浮上ヘッドスライダ19には、磁気ディスク13の表面に向かって弾性サスペンション18から押し付け力が作用する。磁気ディスク13の回転に基づき磁気ディスク13の表面で生成される気流の働きで浮上ヘッドスライダ19には浮力が作用する。弾性サスペンション18の押し付け力と浮力とのバランスで磁気ディスク13の回転中に比較的の高い剛性で浮上ヘッドスライダ19は浮上し続けることができる。

【0017】こうした浮上ヘッドスライダ19の浮上中に、キャリッジ16が支軸15回りで揺動すると、浮上ヘッドスライダ19は半径方向に磁気ディスク13の表面を横切ることができる。こうした移動に基づき浮上ヘッドスライダ19は磁気ディスク13上の所望の記録ト

ラックに位置決めされる。このとき、キャリッジ16の揺動は例えばボイスコイルモータ（VCM）といったアクチュエータ21の働きを通じて実現されればよい。周知の通り、複数枚の磁気ディスク13が筐体本体12内に組み込まれる場合には、隣接する磁気ディスク13同士の間で1本の揺動アーム17に対して2つの弾性サスペンション18が搭載される。

【0018】図2は浮上ヘッドスライダ19の一具体例を示す。この浮上ヘッドスライダ19は、平たい直方体に形成される Al_2O_3-TiC （アルチック）製のスライダ本体22と、このスライダ本体22の空気流出端に接合されて、読み出し書き込みヘッド23を内蔵する Al_2O_3 （アルミナ）製のヘッド素子内蔵膜24とを備える。スライダ本体22およびヘッド素子内蔵膜24には、磁気ディスク13に対向する媒体対向面すなわち浮上面25が規定される。磁気ディスク13の回転に基づき生成される気流26は浮上面25に受け止められる。

【0019】浮上面25には、空気流入端から空気流出端に向かって延びる2筋のレール27が形成される。各レール27の頂上面にはいわゆるABS（空気軸受け面）28が規定される。ABS28では気流26の働きに応じて前述の浮力が生成される。ヘッド素子内蔵膜24に埋め込まれた読み出し書き込みヘッド23は、後述されるように、ABS28で前端を露出させる。なお、浮上ヘッドスライダ19の形態はこういった形態に限られるものではない。

【0020】図3は浮上面25の様子を詳細に示す。読み出し書き込みヘッド23は、薄膜磁気ヘッドすなわち誘導書き込みヘッド素子31とCPP構造電磁変換素子すなわちCPP構造磁気抵抗効果（MR）読み取り素子32とを備える。誘導書き込みヘッド素子31は、周知の通り、例えば導電コイルパターン（図示せず）で生起される磁界を利用して磁気ディスク13に2値情報を書き込むことができる。CPP構造MR読み取り素子32は、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界に応じて変化する抵抗に基づき2値情報を検出することができる。誘導書き込みヘッド素子31およびCPP構造MR読み取り素子32は、前述のヘッド素子内蔵膜24の上側半層すなわちオーバーコート膜を構成する Al_2O_3 （アルミナ）膜33と、下側半層すなわちアンダーコート膜を構成する Al_2O_3 （アルミナ）膜34との間に挟み込まれる。

【0021】誘導書き込みヘッド素子31は、ABS28で前端を露出させる上部磁極層35と、同様にABS28で前端を露出させる下部磁極層36とを備える。上部および下部磁極層35、36は例えばFeNやNiFeから形成されればよい。上部および下部磁極層35、36は協働して誘導書き込みヘッド素子31の磁性コアを構成する。

【0022】上部および下部磁極層35、36の間には例えば Al_2O_3 （アルミナ）製の非磁性ギャップ層37が挟み込まれる。周知の通り、導電コイルパターンで磁界が生起されると、非磁性ギャップ層37の働きで、上部磁極層35と下部磁極層36とを行き交う磁束は浮上面25から漏れ出る。こうして漏れ出る磁束が記録磁界（ギャップ磁界）を形成する。

【0023】CPP構造MR読み取り素子32は、アルミナ膜34すなわち下地絶縁層の表面に沿って広がる下側引き出し導電層38を備える。下側引き出し導電層38は導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。下側引き出し導電層38が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この下側引き出し導電層38は同時にCPP構造MR読み取り素子32の下部シールド層として機能することができる。

【0024】下側引き出し導電層38の表面には導電端子片39が配置される。この導電端子片39は下側引き出し導電層38の表面から立ち上がる。導電端子片39には、下側引き出し導電層38の表面から立ち上がる壁面39aが規定される。導電端子片39は、同様に、導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。導電端子片39が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この導電端子片39は同時にCPP構造MR読み取り素子32の下部シールド層として機能することができる。

【0025】下側引き出し導電層38は、アルミナ膜34の表面で広がる絶縁層41に埋め込まれる。この絶縁層41は、導電端子片39の壁面39aに接しつつ下側引き出し導電層38の表面に沿って広がる。ここで、導電端子片39の頂上面および絶縁層41の表面は、切れ目なく連続する1平坦化面42を規定する。

【0026】平坦化面42上では、ABS28に沿って延びる電磁変換膜すなわち磁気抵抗効果（MR）膜43が形成される。このMR膜43は少なくとも導電端子片39の頂上面に横たわる。こうしてMR膜43と下側引き出し導電層38との間には導電端子片39を通じてのみ電氣的接続は確立される。MR膜43の構造の詳細は後述される。

【0027】同様に、平坦化面42上では、ABS28に沿って延びる1対の磁区制御ハード膜44が形成される。磁区制御ハード膜44は平坦化面42上でABS28に沿ってMR膜43を挟み込む。磁区制御ハード膜44は例えばCoPtやCoCrPtといった金属材料から形成されればよい。これらの磁区制御ハード膜44では、周知の通り、MR膜43を横切る1方向に沿って磁化は確立されることができる。こうした磁区制御ハード膜44の磁化に基づきバイアス磁界が形成されると、MR膜43内で例えば自由側強磁性層（free layer）の単磁区化は実現されることができる。

【0028】平坦化面42上にはさらに被覆絶縁膜45

が覆い被さる。この被覆絶縁膜45は、絶縁層41との間にMR膜43および磁区制御ハード膜44を挟み込む。被覆絶縁層45の表面には上側引き出し導電層46が広がる。前述の下側引き出し導電層38と同様に、上側引き出し導電層46は導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。上側引き出し導電層46が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この上側引き出し導電層46は同時にCPP構造MR読み取り素子32の上部シールド層として機能することができる。前述の下部シールド層すなわち下側引き出し導電層38と上側引き出し導電層46との間隔は記録ディスク13上で記録トラックの線方向に磁気記録の分解能を決定する。上側引き出し導電層46には、被覆絶縁膜45を貫通してMR膜43の頂上面に接触する端子瘤47が一体に形成される。こうしてMR膜43と上側引き出し導電層46との間には端子瘤47のみを通じて電気的接続は確立される。

【0029】図4から明らかなように、下側引き出し導電層38は、ABS28で露出する前端からアルミナ膜34の表面に沿って後方に広がる。下側引き出し導電層38の後端には端子パッド48が連結される。端子パッド48は下側引き出し導電層38の表面に沿って広がればよい。端子パッド48は、浮上ヘッドスライダ19が弾性サスペンション18に固定される際に、例えばAuボール（図示せず）などを通じて弾性サスペンション18側の端子パッド（図示せず）に接続される。

【0030】図5から明らかなように、上側引き出し導電層46は、ABS28で露出する前端から被覆絶縁膜45の表面に沿って後方に広がる。上側引き出し導電層46の後端には端子パッド49が連結される。端子パッド49は上側引き出し導電層46の表面に沿って広がればよい。端子パッド49は、前述と同様に、浮上ヘッドスライダ19が弾性サスペンション18に固定される際に、例えばAuボール（図示せず）などを通じて弾性サスペンション18側の端子パッド（図示せず）に接続される。

【0031】図6に示されるように、導電端子片39の幅W1はMR膜43の幅W2よりも著しく小さく設定される。同時に、端子瘤47の幅W3はMR膜43の幅W2よりも著しく小さく設定される。各幅W1、W2、W3は平坦化面42に平行にABS28に沿って測定されればよい。MR膜43の幅W2は磁気ディスク13の半径方向に磁気記録の分解能を決定する。導電端子片39の幅W1と端子瘤47の幅W3とは等しく設定されてもよい。

【0032】以上のようなCPP構造MR読み取り素子32では上側および下側引き出し導電層46、38からMR膜43にセンス電流は供給される。このとき、図6から明らかなように、MR膜43では、導電端子片39や端子瘤47の働きでセンス電流の通り道は狭められる

ことができる。しかも、こういったMR膜43では、磁区制御ハード膜44との接触面から遠ざかってMR膜43の中央付近で電流の通り道は確立されることができる。

【0033】図7はMR膜43の一具体例を示す。このMR膜43はいわゆるスピバルブ膜で構成される。すなわち、MR膜43では、下地層51、自由側強磁性層52、非磁性中間層53、固定側強磁性層（pinned layer）54、反強磁性層（pinning layer）55および保護層56が順番に重ね合わせられる。反強磁性層55の働きに応じて固定側強磁性層54の磁化は1方向に固定される。ここで、下地層51は、Ta層51aと、このTa層51aの表面に積層されるNiFe層51bとで構成されればよい。自由側強磁性層52および固定側強磁性層54は例えばCo₉₀Fe₁₀といった強磁性材料から形成されればよい。非磁性中間層53は例えばCuといった導電金属材料から形成されればよい。反強磁性層55は例えばFeMnやPdPtMnといった反強磁性合金材料から形成されればよい。保護層56は、Cu層56aと、このCu層56a上に形成されるキャップ層すなわちTa層56bとを備えればよい。

【0034】磁気情報の読み出しにあたってCPP構造MR読み取り素子32が磁気ディスク13の表面に向き合わせられると、スピバルブ膜では、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界の向きに応じて自由側強磁性層52の磁化方向は回転する。こうして自由側強磁性層52の磁化方向が回転すると、スピバルブ膜の電気抵抗は大きく変化する。したがって、上側および下側引き出し導電層46、38からスピバルブ膜にセンス電流が供給されると、端子パッド48、49から取り出される電気信号のレベルは電気抵抗の変化に応じて変化する。このレベルの変化に応じて2値情報は読み取ることができる。このとき、スピバルブ膜では、前述のようにセンス電流の通り道は狭められることができる。その結果、磁気ディスク13から作用する磁界に対するスピバルブ膜の応答感度は高められることができる。

【0035】次に浮上ヘッドスライダ19の製造方法を簡単に説明する。まず、図8に示されるように、例えばAl₂O₃-TiC（アルチック）製のウェハー61が用意される。ウェハー61の表面にはAl₂O₃（アルミナ）膜34が積層される。ウェハー61の外周には平坦面62が形成される。この平坦面62に基づきウェハー61の向きは特定されることができる。

【0036】周知の通り、ウェハー61の表面には多数個の読み出し書き込みヘッド23が構築されていく。読み出し書き込みヘッド23は、図9に示されるように、1浮上ヘッドスライダ19に切り出される1ブロック63ごとに形成される。例えば直径5インチのウェハー6

1では、100行100列で計10000個の浮上ヘッドスライダ19が切り出されることができる。読み出し書き込みヘッド23の形成方法の詳細は後述される。形成された読み出し書き込みヘッド23はアルミナ膜33によって覆われる。こうしてウェハー61上では、アルミナ製のヘッド素子内蔵膜24に埋め込まれた読み出し書き込みヘッド23は得られる。

【0037】こうして読み出し書き込みヘッド23が構築されると、図10に示されるように、前述のブロック63が一列に並んだウェハーバー64がウェハー61から切り出される。ウェハーバー64は前述の平坦面62に平行な切り込みで切り出されていく。切り出されたウェハーバー64には平坦面62に平行な切断面64aが規定される。周知の通り、切断面64aにはブロック63ごとに浮上ヘッドスライダ19の浮上面25が形作られる。その後、ウェハーバー64からブロック63ごとに浮上ヘッドスライダ19は切り出される。

【0038】ここで、読み出し書き込みヘッド23の形成方法を詳述する。図11に示されるように、ウェハー61上では、基礎層すなわちアルミナ膜34の表面に導電性の磁性膜65が積層される。積層には例えばスパッタリング法が用いられればよい。磁性膜65は例えばNiFeといった軟磁性材料から構成されればよい。こういった磁性膜65はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。

【0039】続いてウェハー61上では前述のブロック63ごとに下側引き出し導電層38が形成される。アルミナ膜34の表面では、規定の形状パターンに従って磁性膜65から下側引き出し導電層38は削り出される。図12に示されるように、形状パターンは例えばフォトリソ膜66で規定されればよい。フォトリソ膜66の周囲で磁性膜65にエッチング処理が施されると、フォトリソ膜66下で、形状パターンに象られた磁性膜65は残存する。こうして下側引き出し導電層38は形成されることができる。エッチング処理の後にフォトリソ膜66は除去される。

【0040】図13に示されるように、アルミナ膜34の表面には基礎絶縁膜67が形成される。この基礎絶縁膜67は例えば Al_2O_3 や SiO_2 といった絶縁材料から形成されればよい。基礎絶縁膜67はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。その結果、アルミナ膜34上の下側引き出し導電層38は基礎絶縁膜67に覆われる。

【0041】その後、基礎絶縁膜67には平坦化処理が施される。平坦化処理には例えばCMP（化学的機械研磨）法が用いられればよい。その他、CMP法に代えてアルゴンクラスタ処理が用いられてもよく、CMP法に加えてアルゴンクラスタ処理が施されてもよい。平坦化処理は、図14に示されるように、下側引き出し導電層38が露出するまで継続される。下側引き出し導電層3

8の表面および基礎絶縁膜67の表面は1平坦化面68を構成する。

【0042】こうして形成された平坦化面68上で導電端子片39は形成されていく。例えば図15に示されるように、形成にあたってウェハー61上では再び磁性膜69が積層される。積層には例えばスパッタリング法が用いられればよい。磁性膜69は例えばNiFeといった軟磁性材料から構成されればよい。こういった磁性膜69はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。

【0043】続いてウェハー61上ではブロック63ごとに導電小片71が形成される。下側引き出し導電層38の表面では、規定の形状パターンに従って磁性膜69から導電小片71は削り出される。図16に示されるように、形状パターンは例えばフォトリソ膜72で規定されればよい。フォトリソ膜72の周囲で磁性膜69にエッチング処理が施されると、フォトリソ膜72下で、形状パターンに象られた磁性膜69は残存する。こうして導電小片71は形成されることができる。エッチング処理の後にフォトリソ膜72は除去される。

【0044】図17に示されるように、ウェハー61上では下側引き出し導電層38の表面および基礎絶縁膜67の表面には中間絶縁膜73が形成される。この中間絶縁膜73は例えば Al_2O_3 や SiO_2 といった絶縁材料から形成されればよい。中間絶縁膜73はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。その結果、下側引き出し導電層38上の導電小片71は中間絶縁膜73に覆われる。

【0045】その後、中間絶縁膜73には平坦化処理が施される。平坦化処理には例えばCMP（化学的機械研磨）法が用いられればよい。その他、CMP法に代えてアルゴンクラスタ処理が用いられてもよく、CMP法に加えてアルゴンクラスタ処理が施されてもよい。平坦化処理は、図18に示されるように、導電小片71が露出するまで継続される。導電小片71の頂上面および中間絶縁膜73の表面は1平坦化面74を構成する。こうして導電端子片39は形成される。

【0046】こうして形成された平坦化面74上でブロック63ごとにMR膜43および磁区制御ハード膜44は形成されていく。まず、ウェハー61上では、例えば図19に示されるように、前述のMR膜43と同一の層構造を備える積層体75が形成される。形成には例えばスパッタリング法が用いられればよい。積層体75はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成されればよい。平坦化面74上では積層体75の各層は高い精度で積み上げられていくことができる。

【0047】その後、ウェハー61上では磁区制御ハード膜44が形成されていく。例えば図20に示されるように、積層体75には、ブロック63ごとに1対の磁区

制御ハード膜44を象った空間76がくり貫かれる。このくり貫きにあって、図21に示されるように、積層体75の表面には、空間76の輪郭を象ったフォトレジスト膜77が形成される。フォトレジスト膜77の形成後に積層体75がエッチング処理に曝されると、積層体75中に空間76は形成される。空間76では中間絶縁膜73の表面が露出する。

【0048】図22に示されるように、次いでウェハー61上には磁性膜78が積層される。空間76は磁性膜78で充填される。空間76内に磁区制御ハード膜44は確立される。この磁性膜78の形成後にフォトレジスト膜77が取り払われると、積層体75上の磁性膜78はウェハー61上から取り除かれることができる。再び積層体75の表面は露出する。

【0049】こうして磁区制御ハード膜44が形成されると、ブロック63ごとにMR膜43は形作られる。MR膜43は例えばエッチング法に基づき積層体75から削り出されればよい。この削り出しにあって、図23に示されるように、残存する積層体75および磁区制御ハード膜44上には1方向に延びる1筋のフォトレジスト膜79が形成される。フォトレジスト膜79の周囲で積層体75および磁区制御ハード膜44が削り落とされると、平坦化面74上で1方向に延びるMR膜43および磁区制御ハード膜44の連続体は形成されることができる。このとき、削り出されたMR膜43は少なくとも導電端子片39の頂上面に横たわる。このように平坦化面74上でMR膜43や磁区制御ハード膜44が形成されることから、MR膜43や磁区制御ハード膜44では高い寸法精度（形状精度）は実現されることができる。こうしてMR膜43および磁区制御ハード膜44の連続体が形成された後にフォトレジスト膜79は除去される。

【0050】その後、図24に示されるように、再び露出した平坦化面74上には被覆絶縁膜81が形成される。この被覆絶縁膜81は例えば Al_2O_3 や SiO_2 といった絶縁材料から形成されればよい。被覆絶縁膜81はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。その結果、平坦化面74上ではMR膜43および磁区制御ハード膜44の連続体は被覆絶縁膜81に覆われる。

【0051】こうして形成された被覆絶縁膜81には、図25に示されるように、ブロック63ごとにMR膜43の表面に達するコンタクト孔82が形成される。コンタクト孔82の形成にあたって、被覆絶縁膜81の表面には、コンタクト孔82の輪郭を象ったフォトレジスト膜83が形成される。被覆絶縁膜81に例えばエッチング処理が施されると、被覆絶縁膜81を貫通するコンタクト孔82は形成される。コンタクト孔82はMR膜43の頂上面を露出させる。コンタクト孔82が形成されると、フォトレジスト膜83は除去される。

【0052】こうしたコンタクト孔82の形成後に、被

覆絶縁膜81の表面には上側引き出し導電層46が形成されていく。この上側引き出し導電層46の形成にあたって、例えば図26に示されるように、ウェハー61の表面には導電性の磁性膜84が積層される。積層には例えばスパッタリング法が用いられればよい。磁性膜84は例えばNiFeといった軟磁性材料から構成されればよい。こういった磁性膜84はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。したがって、コンタクト孔82には導電性の磁性膜84が充填される。

【0053】ウェハー61上ではブロック63ごとに上側引き出し導電層46が形成される。被覆絶縁膜81の表面では、規定の形状パターンに従って磁性膜84から上側引き出し導電層46は削り出される。形状パターンは例えばフォトレジスト膜（図示せず）で規定されればよい。フォトレジスト膜の周囲で磁性膜84にエッチング処理が施されると、フォトレジスト膜下で、形状パターンに象られた磁性膜84は残存する。こうして上側引き出し導電層46は形成されることができる。エッチング処理の後にフォトレジスト膜は除去される。

【0054】こうして構築されたCPP構造MR読み取り素子32上には、既知の通り、誘導書き込みヘッド素子31が構築されていく。この構築に先立ってCPP構造MR読み取り素子32は非磁性絶縁膜（図示せず）に埋め込まれてもよい。この非磁性絶縁膜の表面で、下部磁極層36や非磁性ギャップ層37のほか、コイルパターンが埋め込まれた絶縁層、上部磁極層35が相次いで形成される。こういった誘導書き込みヘッド素子31の形成に先立って非磁性絶縁膜の表面には平坦化処理が施されてもよい。最終的に誘導書き込みヘッド素子31がアルミナ膜33に埋め込まれると、読み出し書き込みヘッド23の形成は完了する。

【0055】図27はMR膜43の他の具体例を示す。このMR膜43はトンネル接合膜で構成される。すなわち、MR膜43では、下地層101、自由側強磁性層102、絶縁膜103、固定側強磁性層104、反強磁性層105および保護層106が順番に重ね合わせられる。反強磁性層105の働きに応じて固定側強磁性層104の磁化は1方向に固定される。ここで、下地層101は、Ta層101aと、このTa層101aの表面に積層されるNiFe層101bとで構成されればよい。自由側強磁性層102および固定側強磁性層104は例えば $Co_{90}Fe_{10}$ といった強磁性材料から形成されればよい。絶縁膜103は例えば Al_2O_3 （アルミナ）その他の金属酸化膜から形成されればよい。反強磁性層105は例えばFeMnやPdPtMnといった反強磁性合金材料から形成されればよい。保護層106は、Cu層106aと、このCu層106a上に形成されるキャップ層すなわちTa層106bとを備えればよい。

【0056】磁気情報の読み出しにあたってCPP構造MR読み取り素子32が磁気ディスク13の表面に向き

合わせられると、トンネル接合膜では、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界の向きに応じて自由側強磁性層102の磁化方向は回転する。こうして自由側強磁性層102の磁化方向が回転すると、トンネル接合膜の電気抵抗は大きく変化する。したがって、上側および下側引き出し導電層46、38からトンネル接合膜にセンス電流が供給されると、端子パッド48、49から取り出される電気信号のレベルは電気抵抗の変化に応じて変化する。このレベルの変化に応じて2値情報は読み取られることができる。このとき、トンネル接合膜では、前述のようにセンス電流の通り道は狭められることができる。その結果、磁気ディスク13から作用する磁界に対するトンネル接合膜の応答感度は高められることができる。

【0057】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、電磁変換膜の縮小化に頼ることなく、電磁変換膜に供給される電流の通り道をさらに狭めることができるCPP構造電磁変換素子は提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ハードディスク駆動装置(HDD)の内部構造を概略的に示す平面図である。

【図2】 浮上ヘッドスライダの一具体例を示す拡大斜視図である。

【図3】 浮上面で観察される読み出し書き込みヘッドの様子を概略的に示す正面図である。

【図4】 CPP構造磁気抵抗効果(MR)読み取り素子の下側引き出し導電層を示す平面図である。

【図5】 CPP構造MR読み取り素子の下側引き出し導電層を示す平面図である。

【図6】 センス電流の通り道を概略的に示すCPP構造MR読み取り素子の拡大正面図である。

【図7】 MR膜の一具体例に係るスピンバルブ膜の構造を概略的に示す拡大正面図である。

【図8】 ウェハの斜視図である。

【図9】 ウェハ上に形成された複数の読み出し書き込みヘッドを示すウェハの拡大部分平面図である。

【図10】 ウェハから切り出されたウェハバーを示す斜視図である。

【図11】 基礎層の表面で下側引き出し導電層を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図12】 基礎層の表面で下側引き出し導電層を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図13】 基礎層の表面に基礎絶縁膜を形成する工程

を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図14】 下側引き出し導電層の表面を露出させる工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図15】 下側引き出し導電層の表面で導電小片を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図16】 下側引き出し導電層の表面で導電小片を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図17】 平坦化面上で絶縁膜を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図18】 導電小片の頂上面を露出させる工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図19】 スピンバルブ膜と同一の層構造を備える積層体を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図20】 積層体にくり貫かれる空間を示すウェハの拡大部分平面図である。

【図21】 積層体で空間をくり貫く工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図22】 くり貫かれた空間に磁性体を充填する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図23】 MR膜および磁区制御ハード膜の連続体を規定するレジスト膜を示すウェハの拡大部分平面図である。

【図24】 MR膜および磁区制御ハード膜の連続体を埋める被覆絶縁膜を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図25】 被覆絶縁膜にコンタクト孔を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

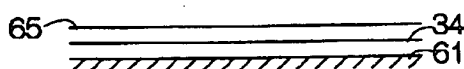
【図26】 上側引き出し導電層を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図27】 MR膜の他の具体例に係るトンネル接合膜の構造を概略的に示す拡大正面図である。

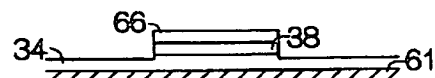
【符号の説明】

32 CPP構造電磁変換素子としてのCPP構造磁気抵抗効果(MR)読み取り素子、34 基礎層としての Al_2O_3 (アルミナ)膜、38 下側引き出し導電層、39 導電端子片、39a 導電端子片の壁面、41 絶縁膜を含む絶縁層、42 1平坦化面、43 電磁変換膜としての磁気抵抗効果(MR)膜、45 被覆絶縁膜、46 上側引き出し導電層、47 端子瘤、67 基礎絶縁膜、68 基礎絶縁膜上の平坦化面、71 導電小片、74 絶縁膜上の平坦化面、81 被覆絶縁膜、82 コンタクト孔、84 導電材料としての磁性膜、W1 第1幅、W2 第2幅、W3 第3幅。

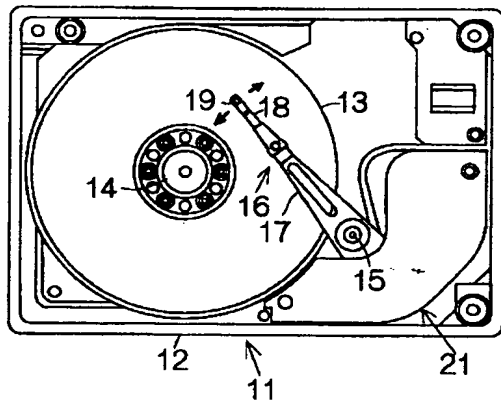
【図11】



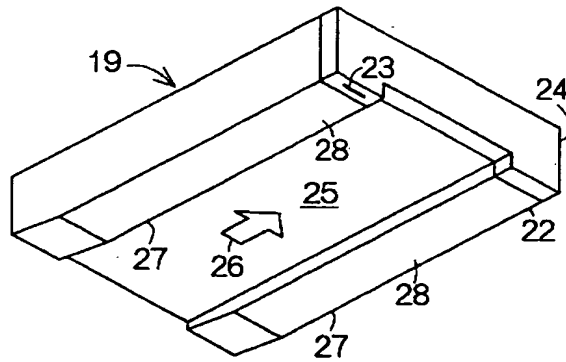
【図12】



【図1】

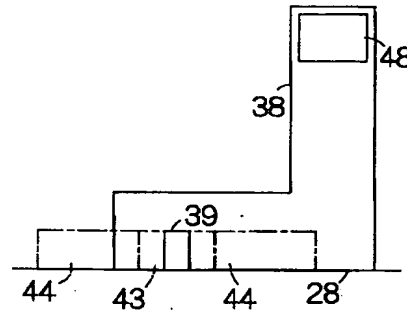
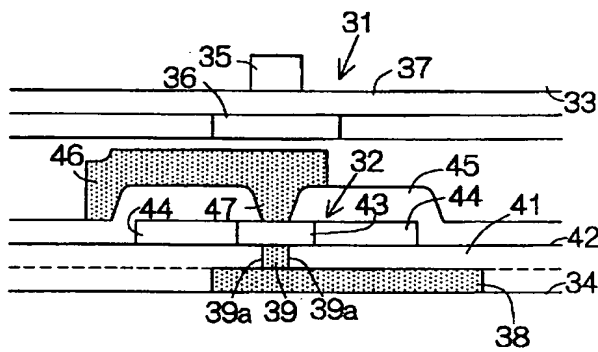


【図2】



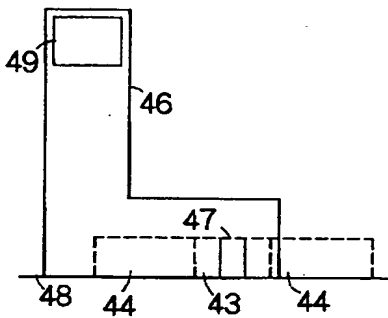
【図4】

【図3】

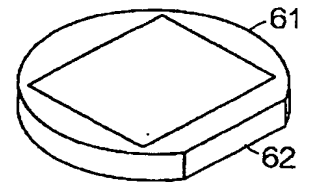
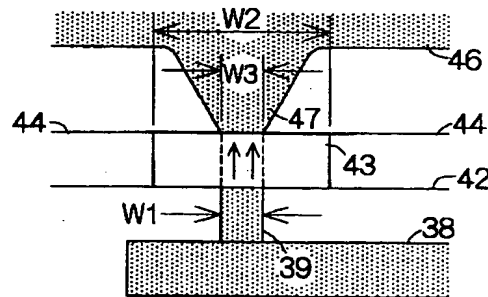


【図8】

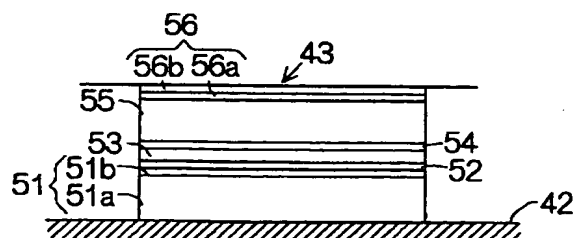
【図5】



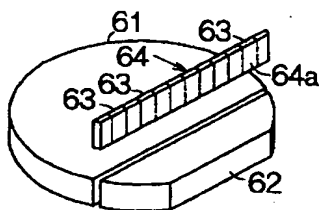
【図6】



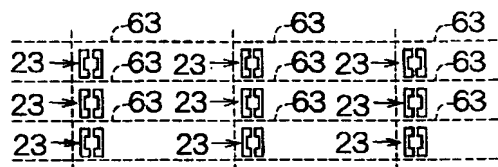
【図7】



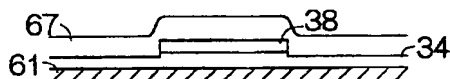
【図10】



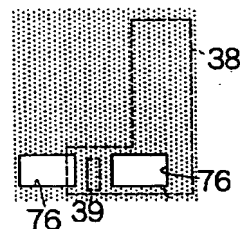
【図9】



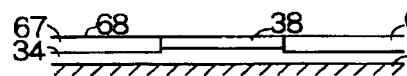
【図13】



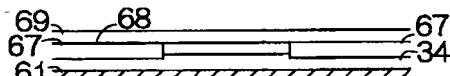
【図20】



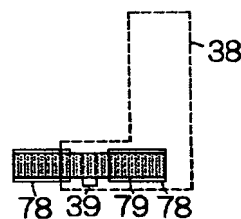
【図14】



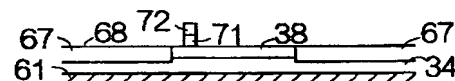
【図15】



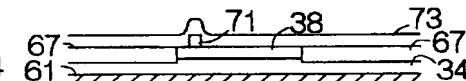
【図23】



【図16】



【図17】



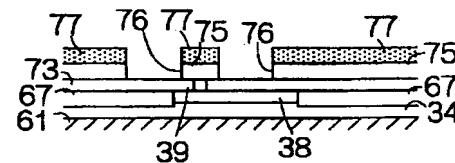
【図18】



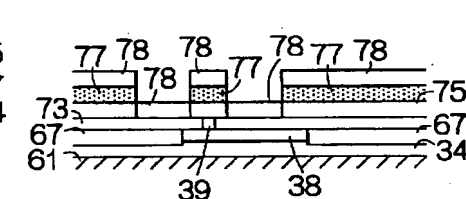
【図19】



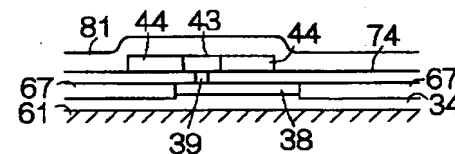
【図21】



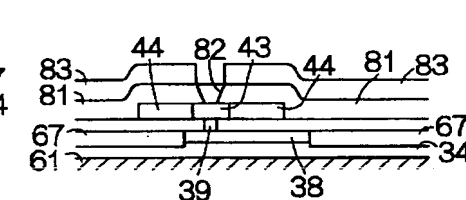
【図22】



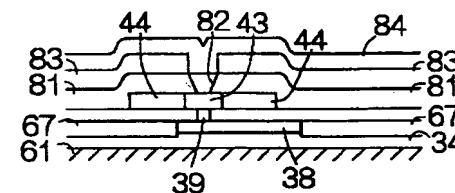
【図24】



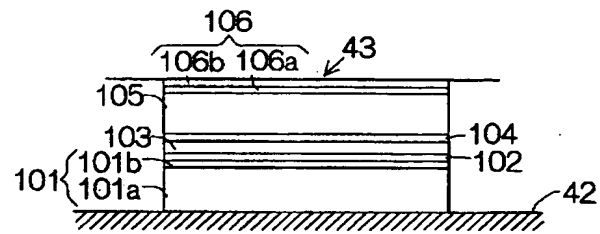
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB07 AD54 AD65
5D034 BA03 BA04 BA08 BA12 CA08
DA07

THIS PAGE BLANK (USPTO)